



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I492659 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 11 日

(21) 申請案號：101143263

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 20 日

(51) Int. Cl. : H05B33/08 (2006.01)

H02M1/08 (2006.01)

(30) 優先權：2011/11/25 中國大陸

201110380411.4

(71) 申請人：茂力科技股份有限公司 (美國) MONOLITHIC POWER SYSTEMS, INC. (US)
美國

(72) 發明人：鄺乃興 KUANG, NAIXING (CN)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

TW 201116156A

TW 201138548A

CN 101686591A

CN 101835314A

審查人員：黃敏毓

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：9 共 35 頁

(54) 名稱

開關電源及其控制電路和調光方法

A NOVEL CONTROL SCHEME TO ACHIEVE LOW BRIGHTNESS FOR DIMMABLE LED DRIVER

(57) 摘要

揭示一種用於開關電源的控制電路以及調光方法。該開關電源包括電晶體，所述電晶體在所述控制電路輸出的控制信號的控制下導通和關斷從而將電能提供至發光元件，所述控制電路包括：誤差放大器，接收調光信號和表示發光元件電流的信號，並輸出補償信號；最小關斷時間電路，接收所述補償信號，在所述補償信號小於預定閾值的情況下基於所述補償信號調節所述電晶體的最小關斷時間，並輸出經過調節後的最小關斷時間信號；以及邏輯電路，接收所述經過調節的最小關斷時間信號，輸出控制信號。利用實施例，實現了對 LED 的精細調光。

A switch-mode power supply and associated control circuit for a light-emitting device are disclosed. The switch-mode power supply having a first switch which is turned ON or OFF by a control signal. The control circuit having an error amplifier, a minimum-off time control circuit and a logic circuit, wherein the error amplifier is configured to provide a compensation signal based on a dimming signal and a feedback signal. The minimum-off time control circuit is configured to provide a minimum-off time control signal to adjust a minimum-off time period of the first switch based on the compensation signal. The logic circuit is configured to provide the control signal based on the minimum-off time control signal.

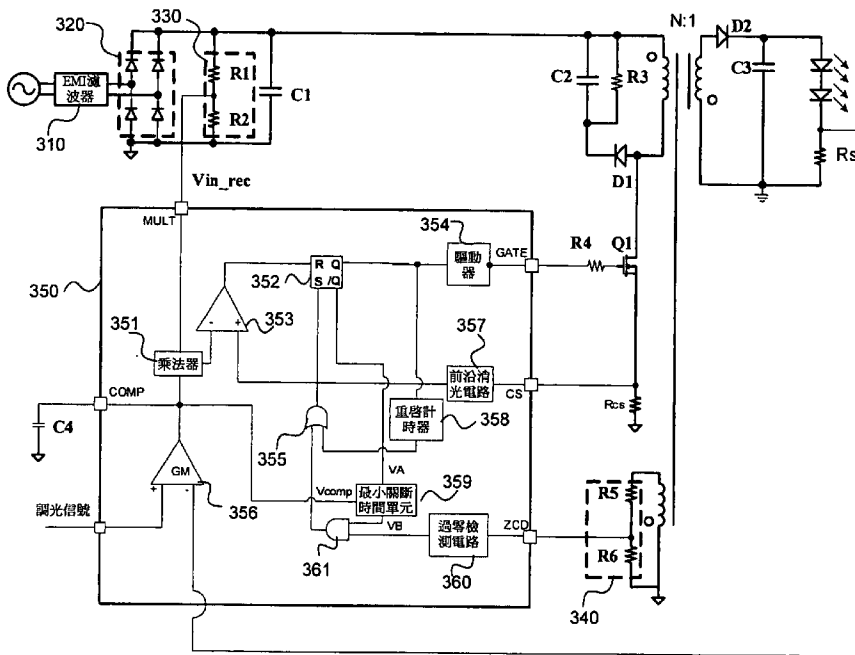


圖3

- 310 . . . EMI 濾波器
- 320 . . . 橋式電路
- 350 . . . 控制電路
- 356 . . . 誤差放大器
- 330 . . . 分壓電路
- 351 . . . 乘法器
- 353 . . . 比較器
- 357 . . . 前沿消光電路
- 352 . . . 觸發器
- 340 . . . 分壓器
- 360 . . . 過零檢測電路
- 358 . . . 計時器
- 354 . . . 驅動器
- 359 . . . 最小關斷時間單元
- 355 . . . 或閘
- 361 . . . 及閘
- C1~C4 . . . 電容器
- R1~R6、Rs . . . 電阻器
- D1、D2 . . . 二極體
- Q1 . . . 電晶體

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101143263

※申請日：101年11月20日

※IPC分類：H05B 33/08 (2006.01)
H02M 1/08 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

開關電源及其控制電路和調光方法

A novel control scheme to achieve low brightness for dimmable LED driver

二、中文發明摘要：

揭示一種用於開關電源的 control 電路以及調光方法。該開關電源包括電晶體，所述電晶體在所述 control 電路輸出的 control 信號的控制下導通和關斷從而將電能提供至發光元件，所述 control 電路包括：誤差放大器，接收調光信號和表示發光元件電流的信號，並輸出補償信號；最小關斷時間電路，接收所述補償信號，在所述補償信號小於預定閾值的情況下基於所述補償信號調節所述電晶體的最小關斷時間，並輸出經過調節後的最小關斷時間信號；以及邏輯電路，接收所述經過調節的最小關斷時間信號，輸出 control 信號。利用實施例，實現了對 LED 的精細調光。

三、英文發明摘要：

A switch-mode power supply and associated control circuit for a light-emitting device are disclosed. The switch-mode power supply having a first switch which is turned ON or OFF by a control signal. The control circuit having an error amplifier, a minimum-off time control circuit and a logic circuit, wherein the error amplifier is configured to provide a compensation signal based on a dimming signal and a feedback signal. The minimum-off time control circuit is configured to provide a minimum-off time control signal to adjust a minimum-off time period of the first switch based on the compensation signal. The logic circuit is configured to provide the control signal based on the minimum-off time control signal.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

310：EMI 濾波器

320：橋式電路

350：控制電路

356：誤差放大器

330：分壓電路

351：乘法器

353：比較器

357：前沿消光電路

352：觸發器

340：分壓器

360：過零檢測電路

358：計時器

354：驅動器

359：最小關斷時間單元

355：或閘

361：及閘

C1~C4：電容器

R1~R6、Rs：電阻器

D1、D2：二極體

Q1：電晶體

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關電子電路，具體上係有關一種用於 LED 驅動的開關電源及其控制電路和調光方法。

【先前技術】

LED 由於具有高發光亮度、長使用壽命等優點而被廣泛應用於照明場合。在不同的應用場合，通常會根據需要而對 LED 進行調光。

【發明內容】

考慮到現有技術中的一個或多個問題，提出了一種開關電源及其控制電路和調光方法。

在本發明的一個態樣，提出了一種用於開關電源的 control 電路，所述開關電源包括電晶體，所述電晶體在所述 control 電路輸出的 control 信號的控制下導通和關斷從而將電能提供至發光元件，所述 control 電路包括：誤差放大器，接收調光信號和表示發光元件電流的信號，並輸出補償信號；最小關斷時間電路，接收所述補償信號，在所述補償信號小於預定閾值的情況下基於所述補償信號而調節所述電晶體的最小關斷時間，並輸出經過調節後的最小關斷時間信號；以及邏輯電路，接收所述經過調節後的最小關斷時間信號，輸出 control 信號。

在本發明的另一態樣，提出了一種用於開關電源的調

光方法，所述開關電源包括電晶體，所述電晶體在所述控制電路輸出的控制信號的控制下導通和關斷從而將電能提供至發光元件，所述方法包括：接收調光信號和表示發光元件電流的信號；基於調光信號和表示發光元件電流的信號而產生補償信號；在所述補償信號小於預定閾值的情況下基於所述補償信號而調節電晶體的最小關斷時間，並輸出經過調節後的最小關斷時間信號；以及基於所述經過調節後的最小關斷時間信號而輸出控制信號。

在本發明的又一態樣，提出了一種用於 LED 驅動的開關電源，包括如上所述的控制電路。

利用本發明的上述實施例，透過在補償信號小於預定閾值的情況下基於補償信號而調節電晶體的最小關斷時間，以實現對 LED 的精細調光。

【實施方式】

將在下文中結合附圖而對本發明的實施例進行詳細描述。雖然結合實施例進行闡述，但應理解為這並非意指將本發明限定於這些實施例中。相反地，本發明意在涵蓋由所附申請專利範圍所界定的本發明之精神和範圍內所定義的各種可選方案、修改方案和等同方案。

此外，爲了更好的理解本發明，在下面的描述中，闡述了大量具體的細節，比如具體的電路、裝置、連接關係等。然而，本發明的領域的普通技術人員應該理解，沒有這些具體的細節，本發明依然可以實施。在其他的一些實

施例中，爲了便於凸顯本發明的主旨，對於熟知的技術未作詳細的描述。

圖 1 是出了根據一個實施例的 LED 驅動電路的示意圖。該 LED 驅動電路採用了高功率因數反激式轉換器。

如圖 1 所示，外部電源通過 EMI 濾波器 110 過濾後而被接入橋式電路 120，以進行整流，整流後的電壓被提供給變壓器的一次側繞組。與一次側繞組串聯連接的電晶體 Q1 在控制電路 150 輸出的開關信號的控制下導通或者關斷，從而將電能從一次側傳輸到二次側。這裏，變壓器的一次側與二次側繞組的匝數比爲 $N:1$ ， N 爲自然數。透過電阻器 R_s 來檢測流過 LED 的電流，然後誤差放大器 156 放大表示 LED 電流的信號和調光信號之間的誤差信號，在 COMP 接腳產生補償信號，其中，COMP 接腳外接電容器 C4。該補償信號被輸入到乘法器 151 的一個輸入端。乘法器 151 的另一個輸入端接收分壓電路 130 從整流後的電壓分出的線電壓信號 V_{in_rec} ，該線電壓信號的波形是經整流後的正弦波。乘法器 151 將補償信號與分壓得到的線電壓信號 V_{in_rec} 相乘後輸出的信號同樣是經整流後的正弦波形。當諸如 MOSFET 之類的電晶體 Q1 被導通時，由於電晶體 Q1 的開關頻率遠遠大於交流線電壓的頻率，所以流過電晶體 Q1 的汲極-源極的電流線性增加。用電阻器 R_{cs} 來檢測通過電晶體 Q1 的電流，尤其檢測經過了由前沿消光電路 157 決定的前沿消光時間的電流。當代表檢測電流的電壓等於乘法器 151 的輸出電壓時，比較器 153

輸出正邏輯（例如，邏輯值“1”）信號到觸發器 152 的重設端子 R，在 Q 端輸出負邏輯（例如，邏輯值“0”）的控制信號，從而使得電晶體 Q1 被關斷。

電晶體 Q1 有一個最小導通時間，它大致等於前沿消光時間。在電晶體 Q1 被關斷時，通過二極體 D2 的二次側電流將線性地減小。當二次側電流減小到零時，在變壓器一次側將會產生諧振。過零檢測電路 160 對分壓器 140 從另一一次側繞組分出的電壓進行檢測，輸出過零信號。當檢測到過零信號時，電晶體 Q1 被導通。

如圖 1 所示，控制電路 150 中的重啓計時器 158 用以在檢測到過零信號之前對系統進行重啓。圖 1 中示出的最小關斷時間單元 159 用以限制最大開關頻率。在最小關斷時間內，最小關斷時間單元 159 輸出負邏輯信號，遮蔽過零檢測信號。在最小關斷時間外，最小關斷時間單元 159 輸出正邏輯信號，過零檢測單元 160 輸出的過零信號通過及閘 161 和或閘 155 而被輸出到觸發器 152 的設定端子 S，從而在觸發器 152 的 Q 端輸出正邏輯的控制信號，從而使電晶體 Q1 導通。驅動器 154 將放大後的控制信號通過電阻器 R4 而被輸出到電晶體 Q1 的閘極，以控制電晶體 Q1 的導通與關斷。

在圖 1 所示的電路中，當調光信號非常小，以便將 LED 調節成非常低的亮度時，補償信號非常小。但是由於最小導通時間的緣故，流過 LED 的電流必然有一個最小 LED 電流，尤其是在電源電壓較高的情況下。圖 5A 和 5B

示出了根據圖 1 所示電路的開關波形圖，它們是常數最小關斷時間控制方案下的開關波形。圖 5A 示出了在正常操作情況下圖 1 所示開關電源電路線上電壓的半個週期中的開關脈衝的示意圖。圖 5B 示出了在補償信號非常小的情況下圖 1 所示的開關電源電路線上電壓的半個週期中的開關脈衝的示意圖。如圖 5B 所示，隨著將補償信號調節得越來越小，電晶體 Q1 的關斷時間同樣變小。由於最小導通時間的緣故，無論將補償信號調節到怎樣小，輸入電流也不能達到非常小的值，因此限制了 LED 的最小電流。在圖 1 所示的電路中，不能將 LED 的電流調節的非常小，也就是無法對 LED 實現精細調光。

圖 2 示出了根據另一實施例的調光方案。根據圖 2 所示的方案，當補償信號非常小時，執行叢發模式（burst mode），也就是間歇式地進行開關操作。

如圖 2 所示，外部電源通過 EMI 濾波器 210 過濾後而被接入橋式電路 220，以進行整流，整流後的電壓被提供給變壓器的一次側繞組。與一次側繞組串聯連接的電晶體 Q1 在控制電路 250 輸出的開關信號的控制下導通或者關斷，從而將電能從一次側傳輸到二次側。這裏，變壓器的一次側與二次側繞組的匝數比為 $N:1$ ， N 為自然數。通過電阻器 R_s 來檢測流過 LED 的電流，然後誤差放大器 256 放大表示 LED 電流的信號與調光信號之間的誤差信號，在 COMP 接腳產生補償信號，其中，COMP 接腳外接電容器 C4。該補償信號被輸入到乘法器 251 的一個輸入端。

乘法器 251 的另一個輸入端接收分壓電路 230 從整流後的電壓分出的線電壓信號 V_{in_rec} ，該線電壓信號的波形是整流後的正弦波。乘法器 251 將補償信號與分壓得到的線電壓信號 V_{in_rec} 相乘後輸出的信號同樣是整流後的正弦波形。當諸如 MOSFET 之類的電晶體 Q1 被導通時，由於電晶體 Q1 的開關頻率遠遠大於交流線電壓的頻率，所以流過電晶體 Q1 的汲極-源極的電流線性地增加。用電阻器 R_{cs} 來檢測通過電晶體 Q1 的電流，尤其檢測經過了由前沿消光電路 257 決定的前沿消光時間的電流。當代表檢測電流的電壓等於乘法器 251 的輸出電壓時，比較器 253 輸出正邏輯信號到觸發器 252 的重設端子 R，在 Q 端輸出負邏輯的控制信號，從而使得電晶體 Q1 被關斷。

電晶體 Q1 有一個最小導通時間，它大致等於前沿消光時間。在電晶體 Q1 被關斷時，通過二極體 D2 的二次側電流將線性地減小。當二次側電流減小到零時，在變壓器一次側將會產生諧振。過零檢測電路 260 對分壓器 240 從另一一次側繞組分出的電壓進行檢測，輸出過零信號。當檢測到過零信號時，電晶體 Q1 被導通。

如圖 2 所示，控制電路 250 中的重啓計時器 258 用以在檢測到過零信號之前對系統進行重啓。圖 2 中示出的最小關斷時間單元 259 用以限制最大開關頻率。在最小關斷時間內，最小關斷時間單元 259 輸出負邏輯信號，遮蔽過零檢測信號。在最小關斷時間外，最小關斷時間單元 259 輸出正邏輯信號，過零檢測單元 260 輸出的過零信號通過

及閘 261 和或閘 255 而被輸出到觸發器 252 的設定端子 S，從而在觸發器 252 的 Q 端輸出正邏輯的控制信號。觸發器 252 輸出的控制信號在及閘 263 從叢發模式單元 262 接收的信號為正邏輯信號的情況下被輸出到驅動器 254。驅動器 254 將放大後的控制信號通過電阻器 R4 而被輸出到電晶體 Q1 的閘極，以控制該電晶體 Q1 的導通與關斷。

在圖 2 所示的電路中，當補償信號很小時，系統進入叢發模式，在叢發模式下，一部分連續的開關週期被丟棄，而緊接著在另一部分開關週期中進行開關操作。這樣，在較低的補償信號的情況下，也能夠對 LED 進行精細的調光。補償信號越小，則叢發模式單元 262 輸出的遮蔽信號（負邏輯信號）持續的時間越長，從而及閘 263 將觸發器 252 輸出的開關信號遮蔽的時間越長，進而使得流過 LED 串的電流越小。

但是叢發模式下，由於部分的開關週期被跳過，因此流過 LED 串的平均電流並不是正弦波形，所以無法取得高功率因數，電源效率較低。另一方面，在叢發模式下，總的諧波失真較高，並且會導致 LED 串閃爍。

根據本發明的又一實施例，開關電源電路的電晶體的最小關斷時間在調光亮度低、調光信號小的情況下隨著代表調光信號的補償信號的變化而反比變化。這樣，該最小關斷時間線上電壓的一個週期中幾乎保持為常數，因此能夠在保持高功率因數的同時實現對 LED 串的精細調光。

並且，開關頻率隨著補償信號的變小而變小，所以低亮度情況下的開關損耗減小，提高了電源效率。

圖 3 示出了根據又一實施例的開關電源電路的示意性方塊圖。根據圖 3 所示的實施例，在代表調光信號的補償信號變小時，將開關電源電路的電晶體的最小關斷時間相應地延長，從而保持在高功率因數的情況下實現對 LED 的精細調光。

如圖 3 所示，外部電源通過 EMI 濾波器 310 過濾後而被接入橋式電路 320，以進行整流，整流後的電壓被提供給變壓器的一次側繞組。與一次側繞組串聯連接的電晶體 Q1 在控制電路 350 輸出的開關信號的控制下導通或者關斷，從而將電能從一次側傳輸到二次側。這裏，變壓器的一次側與二次側繞組的匝數比為 $N:1$ ， N 為自然數。通過電阻器 R_s 來檢測流過 LED 的電流，然後誤差放大器 356 放大表示 LED 電流的信號與調光信號之間的誤差信號，在 COMP 接腳產生補償信號 V_{comp} ，其中，COMP 接腳外接電容器 C4。該補償信號被輸入到乘法器 351 的一個輸入端。乘法器 351 的另一個輸入端接收分壓電路 330 從整流後的電壓分出的線電壓信號 V_{in_rec} ，該線電壓信號的波形是經整流後的正弦波。乘法器 351 將補償信號與分壓得到的線電壓信號 V_{in_rec} 相乘後輸出的信號同樣是經整流後的正弦波形。當諸如 MOSFET 之類的電晶體 Q1 被導通時，由於電晶體 Q1 的開關頻率遠遠大於交流線電壓的頻率，所以流過電晶體 Q1 的汲極-源極的電流線性地增

加。用電阻器 R_{cs} 來檢測通過電晶體 $Q1$ 的電流，尤其檢測經過了由前沿消光電路 357 決定的前沿消光時間的電流。當代表檢測電流的電壓等於乘法器 351 的輸出電壓時，比較器 353 輸出正邏輯信號到觸發器 352 的重設端子 R ，在 Q 端輸出負邏輯的控制信號，從而使得電晶體 $Q1$ 被關斷。

電晶體 $Q1$ 有一個最小導通時間，它大致等於前沿消光時間。在電晶體 $Q1$ 關斷時，通過二極體 $D2$ 的二次側電流將線性地減小。當二次側電流減小到零時，在變壓器一次側將會產生諧振。過零檢測電路 360 對分壓器 340 從另一一次側繞組分出的電壓進行檢測，輸出過零信號。當檢測到過零信號時，電晶體 $Q1$ 被導通。

如圖 3 所示，控制電路 350 中的重啓計時器 358 用以在檢測到過零信號之前對系統進行重啓。圖 3 中示出的最小關斷時間單元 359 用以限制最大開關頻率。在最小關斷時間內，最小關斷時間單元 359 輸出負邏輯信號，遮蔽過零檢測信號。在最小關斷時間外，最小關斷時間單元 359 輸出正邏輯信號，過零檢測單元 360 輸出的過零信號通過及閘 361 和或閘 355 而被輸出到觸發器 352 的設定端子 S ，從而在觸發器 352 的 Q 端輸出正邏輯信號，作為控制信號，而被輸出到驅動器 354。然後，驅動器 354 將放大後的控制信號通過電阻器 $R4$ 而被輸出到電晶體 $Q1$ 的閘極，控制該電晶體 $Q1$ 被導通。

最小關斷時間單元 359 根據觸發器 352 輸出的信號

VA 和補償信號 V_{comp} 而確定最小關斷時間。該最小關斷時間是隨著補償信號 V_{comp} 的大小而變化的，當補償信號 V_{comp} 變小時，最小關斷時間相應地變大，當補償信號 V_{comp} 變大時，最小關斷時間相應地變小。根據另一個實施例，在補償信號 V_{comp} 小於預設閾值的情況下，代表調光信號的補償信號 V_{comp} 與開關電源電路的電晶體的最小關斷時間之間成反比關係。

這樣，由於在補償信號 V_{comp} 變小的過程中電晶體的最小關斷時間被延長，使得能夠在保持高功率因數的情況下實現對 LED 的精細調光。

圖 4 示出了根據一個實施例的調光模式的示意圖。如圖 4 所示，隨著代表調光信號的補償信號 V_{comp} 從 $V1$ 變為較大的值 $V2$ ，最小關斷時間 (Min_off Time) 從 $T1$ 變為較小的 $T2$ 。同樣，隨著代表調光信號的補償信號 V_{comp} 從 $V2$ 變為較小的值 $V1$ ，最小關斷時間從 $T2$ 變為較大的 $T1$ 。

圖 6A 示出了在正常操作情況下圖 3 所示開關電源電路線上電壓的半個週期中的開關脈衝的示意圖。圖 6B 示出了補償信號非常小的情況下圖 3 所示的開關電源電路線上電壓的半個週期中的開關脈衝的示意圖。

如圖 6A 所示，當正常操作情況下，補償信號 V_{comp} 較大，開關電源電路的最小關斷時間恒定不變。如圖 6B 所示，當在補償信號 V_{comp} 非常小的情況下，最小關斷時間單元 359 隨著補償信號 V_{comp} 的變小，相應地延長

最小關斷時間。由於電晶體 Q1 的實際關斷時間必須大於最小關斷時間，最小關斷時間的不斷延長最終會導致電晶體 Q1 實際關斷時間的延長，使得 LED 電流可不斷被降低，而實現對 LED 的精細調光。此外，由於是延長了最小關斷時間，並不是跳過一些開關週期，所以一個週期中的輸入平均電流同樣為正弦波形，因此功率因數是高的。這樣，根據該實施例的開關電源電路能夠在保持高功率因數的同時實現對 LED 串的精細調光。

圖 7 示出了根據一個實施例的開關電源電路中的最小關斷時間單元的示意性電路圖。如圖 7 所示，運算放大器 701 的同相輸入端接收補償信號 V_{comp} ，反相輸入端係連接到運算放大器 701 的輸出端，通過串聯連接的電阻器 R11 而被輸入到運算放大器 702 的同相輸入端，運算放大器 702 的輸出端連接三極體 Q11 的基極，反相輸入端連接三極體 Q11 的射極，然後通過電阻器 R12 而被接地。如後所示，該電阻器 R12 是用以控制對電容器 C11 的充電速度。

根據一個實施例，在運算放大器 702 的同相輸入端連接齊納二極體 D11，用以將運算放大器 701 的輸出箝位在固定的電壓以下。這樣，當在補償信號 V_{comp} 較小的情況下，最小關斷時間單元才對最小關斷時間進行調節。當在補償信號 V_{comp} 較大的情況下，運算放大器 701 的輸出端也不會超過齊納二極體 D11 所箝位的電壓，此時對補償信號 V_{comp} 進行調節的話，最小關斷時間單元 359 不

會對最小關斷時間進行調節，最小關斷時間恒定。

電流鏡電路 703 的輸入端連接三極體 Q11 的集極，輸出端接比較器 705 的同相輸入端，並且該同相輸入端透過電容器 C11 而被接地。這樣，電流鏡電路 703 對電容器 C11 進行充電，比較器 705 的同相輸入端的電壓 V_c 逐漸升高，當等於預設的閾值 V_{th} 時，比較器 705 的輸出翻轉，向觸發器 704 的設定端子 S 輸出正邏輯信號，觸發器 704 的 Q 端輸出正邏輯信號。由於洩放電晶體 Q12 的閘極係連接在觸發器 704 的輸出端，汲極係連接在比較器 705 的同相輸入端，而源極係接地，所以當觸發器 704 輸出正邏輯信號時，洩放電晶體 Q12 對電容器 C11 進行放電。由於信號 VA 是從觸發器 352 的負輸出端輸出的信號，所以它與控制電晶體 Q1 的控制信號是相反的。因此，電流鏡電路 703 在控制信號的正邏輯持續時間後又開始對電容器 C11 充電，重複之前的動作。在電壓 V_c 逐漸升高到閾值 V_{th} 的過程中，最小關斷時間單元 359 持續輸出負邏輯信號，因此，及閘 361 將過零檢測電路 360 檢測的過零信號遮蔽。最小關斷時間為電容器 C11 的電壓從零上升到閾值 V_{th} 所需的時間。

如上所述，當在補償信號 V_{comp} 較大的情況下，運算放大器 701 的輸出端不會超過齊納二極體 D11 所箝位的電壓，例如閾值電壓，此時，對補償信號 V_{comp} 進行調節的話，最小關斷單元 359 不會對最小關斷時間進行調節，最小關斷時間恒定。在圖 8A 所示的實施例中，在控

制信號的負邏輯期間，電流鏡電路 703 對電容器 C11 進行充電，由於運算放大器 702 的反相輸入端的電壓保持為齊納二極體所能維持的最大電壓，所以電流鏡電路 703 對電容器 C11 的充電速度很快，電容器 C11 兩端的電壓在過零檢測電路 360 檢測到過零信號之前就達到了閾值 V_{th} 。在過零檢測電路 360 檢測到過零信號後，正邏輯信號通過及閘 360 和或閘 355 而被輸出到觸發器 352 的設定端子 S，從而使控制信號為正邏輯信號，將電晶體 Q1 導通。

在補償信號 V_{comp} 較大的情況下，最小關斷時間單元 359 不對電晶體的最小關斷時間進行調整，而是在補償信號 V_{comp} 較小的情況下才隨著補償信號 V_{comp} 的變化而對最小關斷時間進行相反地調整。隨著補償信號 V_{comp} 的變小，最小關斷時間單元 359 增大最小關斷時間，隨著補償信號 V_{comp} 的變大，最小關斷時間單元 359 減小最小關斷時間。在圖 8B 所示的實施例中，補償信號 V_{comp} 很小，最小關斷時間被調節得很大。在過零檢測電路 360 檢測到過零信號之後很久，電容器 C11 兩端的電壓方達到閾值 V_{th} 。直至此時，正邏輯信號才通過及閘 360 和或閘 355 而被輸出到觸發器 352 的設定端子 S，使控制信號為正邏輯信號，將電晶體 Q1 導通。

根據一個實施例，對最小關斷時間的調整是在調光亮度，亦即，調光信號小於某個閾值的情況下才進行的，上述閾值可以通過設置上述齊納二極體的擊穿電壓來進行。

雖然上面以分立元件為例描述了最小關斷時間單元

359 的結構和功能，但是本領域的技術人員可以將上述最小關斷時間單元按照功能而進行劃分。例如將運算放大器 702、電阻器 R12 和三極體 Q11 劃分為充電控制電路，用以對電容器 C11 進行充電。運算放大器 702 的同相輸入端接收箝位的補償信號 V_{comp} ，輸出端耦接三極體 Q11 的基極，三極體 Q11 的集極連接所述運算放大器 702 的反相輸入端並且通過電阻器 R12 而被接地。

再如，將電晶體 Q12、比較器 705 和觸發器 704 劃分為放電電路，用以在電壓 V_c 達到閾值 V_{th} 時對電容器 C11 進行放電。例如，比較器 705 的同相輸入端接收電容器 C11 兩端的電壓 V_c ，反相輸入端接收預定的閾值電壓 V_{th} 。觸發器 704 的輸入端耦接比較器 705 的輸出端，根據比較器 705 的輸出信號而產生最小關斷時間信號。諸如電晶體之類的洩放電路在最小關斷時間信號為正邏輯時對電容器 C11 進行放電。

根據一個實施例，雖然採用了電流鏡電路而對電容器進行充電，但是本領域的技術人員應該意識到採用流過電晶體 Q11 的電流而直接對電容器進行充電，或者採用其他的電流源，都是可以的。根據一個實施例，可以將電容器 C11 設置在控制電路之外，方便用戶調節充電電容的值。

本領域技術人員可知，開關電源電路的拓撲結構不限於具有功率因數校正功能的反激式轉換器，而可採用任何其他交流/直流或直流/直流拓撲結構。開關電源電路可採用任何常見的控制方法來控制其中的電晶體，例如定頻

PWM 控制、關斷時間控制、恒定導通時間控制等等。

圖 9 示出了根據實施例的用於開關電源的調光方法的流程圖。根據該實施例，開關電源包括電晶體。電晶體在所述控制電路輸出的控制信號的控制下導通和關斷從而將電能提供至發光元件。

如圖 9 所示，根據該實施例的調光方法包括步驟：

在步驟 901，接收調光信號和表示發光元件電流的信號。

在步驟 902，基於調光信號和表示發光元件電流的信號而產生補償信號。

在步驟 903，判斷補償信號是否小於預定閾值，在不小於的情況下繼續判斷，否則在步驟 904，基於所述補償信號調節電晶體的最小關斷時間，並輸出經過調節後的最小關斷時間信號。

在步驟 905，基於經過調節後的最小關斷時間信號而輸出控制信號。

根據一個實施例，調節電晶體最小關斷時間的步驟包括：基於補償信號而對電容器進行充電；當電容器的電壓達到預定的閾值電壓時對電容器的電荷進行洩放；其中，在電容器的電壓達到預定的閾值電壓之前，輸出最小關斷時間信號。

根據另一個實施例，在補償信號小於預定閾值的情況下，最小關斷時間隨著所述補償信號的變大而減小，最小關斷時間隨著所述補償信號的變小而增大。

雖然上面詳細的描述了具體的實施例，但是不論先前描述的多詳細，本發明仍有許多其他實施方式。因此，本發明旨在包括所有落入本發明和所述申請專利範圍及主旨內的替代方案、改進方案和變化方案等。

【圖式簡單說明】

圖 1 示出了根據一個實施例的開關電源電路的示意性方塊圖；

圖 2 示出了根據另一個實施例的在叢發模式下的開關電源電路的示意性方塊圖；

圖 3 示出了根據又一個實施例的開關電源電路的示意性方塊圖；

圖 4 示出了描述根據又一個實施例的調光模式的示意圖；

圖 5A 示出了在正常操作情況下圖 1 所示開關電源電路線上電壓的半個週期中的開關脈衝的示意圖；

圖 5B 示出了在補償信號非常小的情況下圖 1 所示的開關電源電路線上電壓的半個週期中的開關脈衝的示意圖；

圖 6A 示出了在正常操作情況下圖 3 所示開關電源電路線上電壓的半個週期中的開關脈衝的示意圖；

圖 6B 示出了在補償信號非常小的情況下圖 3 所示的開關電源電路線上電壓的半個週期中的開關脈衝的示意圖；

圖 7 示出了根據一個實施例的開關電源電路中的最小關斷時間單元的示意性電路圖；

圖 8A 示出了根據一個實施例的開關電源電路在正常操作情況下的信號波形圖；

圖 8B 示出了根據一個實施例的開關電源電路在補償信號非常小的情況下的信號波形圖；

圖 9 示出了根據一個實施例的調光方法的流程圖。

【主要元件符號說明】

- 110：EMI 濾波器
- 120：橋式電路
- 150：控制電路
- 151：乘法器
- 130：分壓電路
- 152：觸發器
- 153：比較器
- 156：誤差放大器
- 157：前沿消光電路
- 140：分壓器
- 160：過零檢測電路
- 158：計時器
- 159：最小關斷時間單元
- 161：及閘
- 155：或閘

- 154 : 驅動器
- 210 : EMI 濾波器
- 220 : 橋式電路
- 250 : 控制電路
- 256 : 誤差放大器
- 251 : 乘法器
- 230 : 分壓電路
- 257 : 前沿消光電路
- 253 : 比較器
- 252 : 觸發器
- 240 : 分壓器
- 260 : 過零檢測電路
- 258 : 計時器
- 259 : 最小關斷時間單元
- 261 : 及閘
- 255 : 或閘
- 263 : 及閘
- 262 : 叢發模式單元
- 254 : 驅動器
- 310 : EMI 濾波器
- 320 : 橋式電路
- 350 : 控制電路
- 356 : 誤差放大器
- 330 : 分壓電路

- 351 : 乘法器
- 353 : 比較器
- 357 : 前沿消光電路
- 352 : 觸發器
- 340 : 分壓器
- 360 : 過零檢測電路
- 358 : 計時器
- 354 : 驅動器
- 359 : 最小關斷時間單元
- 355 : 或閘
- 361 : 及閘
- 701 : 運算放大器
- 702 : 運算放大器
- 703 : 電流鏡電路
- 704 : 觸發器
- 705 : 比較器
- Q1 : 電晶體
- Rs : 電阻器
- D2 : 二極體
- C4 : 電容器
- R4 : 電阻器
- Q11 : 三極體
- C11 : 電容器
- Q12 : 電晶體

D11：齊納二極體

R12：電阻器

七、申請專利範圍：

1. 一種用於開關電源的控制電路，該開關電源包括電晶體，該電晶體在該控制電路輸出的控制信號的控制下導通和關斷從而將電能提供至發光元件，該控制電路包括：

誤差放大器，接收調光信號和表示發光元件電流的信號，並輸出補償信號；

最小關斷時間電路，接收該補償信號，在該補償信號小於預定閾值的情況下基於該補償信號而調節該電晶體的最小關斷時間，並輸出經過調節後的最小關斷時間信號；以及

邏輯電路，接收該經過調節後的最小關斷時間信號，輸出控制信號，其中

該最小關斷時間電路在該補償信號小於預定閾值的情況下，隨著該補償信號的變大而將最小關斷時間減小，隨著該補償信號的變小而將最小關斷時間增大。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的控制電路，其中，該最小關斷時間電路包括：

充電電路，接收該補償信號，並基於該補償信號而對電容器進行充電；以及

放電電路，當電容器的電壓達到預定的閾值電壓時對電容器的電荷進行洩放；

其中，在該電容器的電壓達到預定的閾值電壓之前，該最小關斷時間電路輸出最小關斷時間信號。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述的控制電路，其中，該

充電電路包括：

箝位電路，用以將該補償信號箝位在預定的電壓以下；

充電控制電路，基於箝位的補償信號而產生充電控制信號；以及

電流鏡電路，基於該充電控制信號而對電容器進行充電。

4.如申請專利範圍第 3 項所述的控制電路，其中，該充電控制電路包括第一運算放大器、三極體和電阻器，該運算放大器的同相輸入端接收箝位的補償信號，輸出端耦接三極體的基極，三極體的集極連接該第一運算放大器的反相輸入端並且透過該電阻器而接地。

5.如申請專利範圍第 3 項所述的控制電路，其中，該箝位電路包括齊納二極體。

6.如申請專利範圍第 2 項所述的控制電路，其中，該放電電路包括：

第二運算放大器，其同相輸入端接收電容器的充電電壓，而其反相輸入端接收預定的閾值電壓；

觸發器，其輸入端接收耦接該第二運算放大器的輸出端，根據第二運算放大器的輸出信號而產生最小關斷時間信號；以及

洩放電路，當最小關斷時間信號為正邏輯時，對電容器進行放電。

7.如申請專利範圍第 6 項所述的控制電路，其中，該

洩放電路為電晶體。

8.如申請專利範圍第 2 項所述的控制電路，還包括第三運算放大器，連接成跟隨器，以將補償信號傳輸到充電電路。

9.一種用於開關電源的調光方法，該開關電源包括電晶體，該電晶體在該控制電路輸出的控制信號的控制下導通和關斷從而將電能提供至發光元件，該方法包括：

接收調光信號和表示發光元件電流的信號；

基於調光信號和表示發光元件電流的信號而產生補償信號；

在該補償信號小於預定閾值的情況下基於該補償信號而調節電晶體的最小關斷時間，並輸出經過調節後的最小關斷時間信號；以及

基於該經過調節後的最小關斷時間信號而輸出控制信號，其中

在該補償信號小於預定閾值的情況下，最小關斷時間隨著該補償信號的變大而減小，隨著該補償信號的變小而增大。

10.如申請專利範圍第 9 項所述的調光方法，其中，調節電晶體最小關斷時間的步驟包括：

基於該補償信號而對電容器進行充電；以及

當電容器的電壓達到預定的閾值電壓時對電容器的電荷進行洩放；

其中，在該電容器的電壓達到預定的閾值電壓之前，

輸出最小關斷時間信號。

11. 一種用於 LED 驅動的開關電源裝置，包括如申請專利範圍第 1 至 8 項之任一項所述的控制電路。

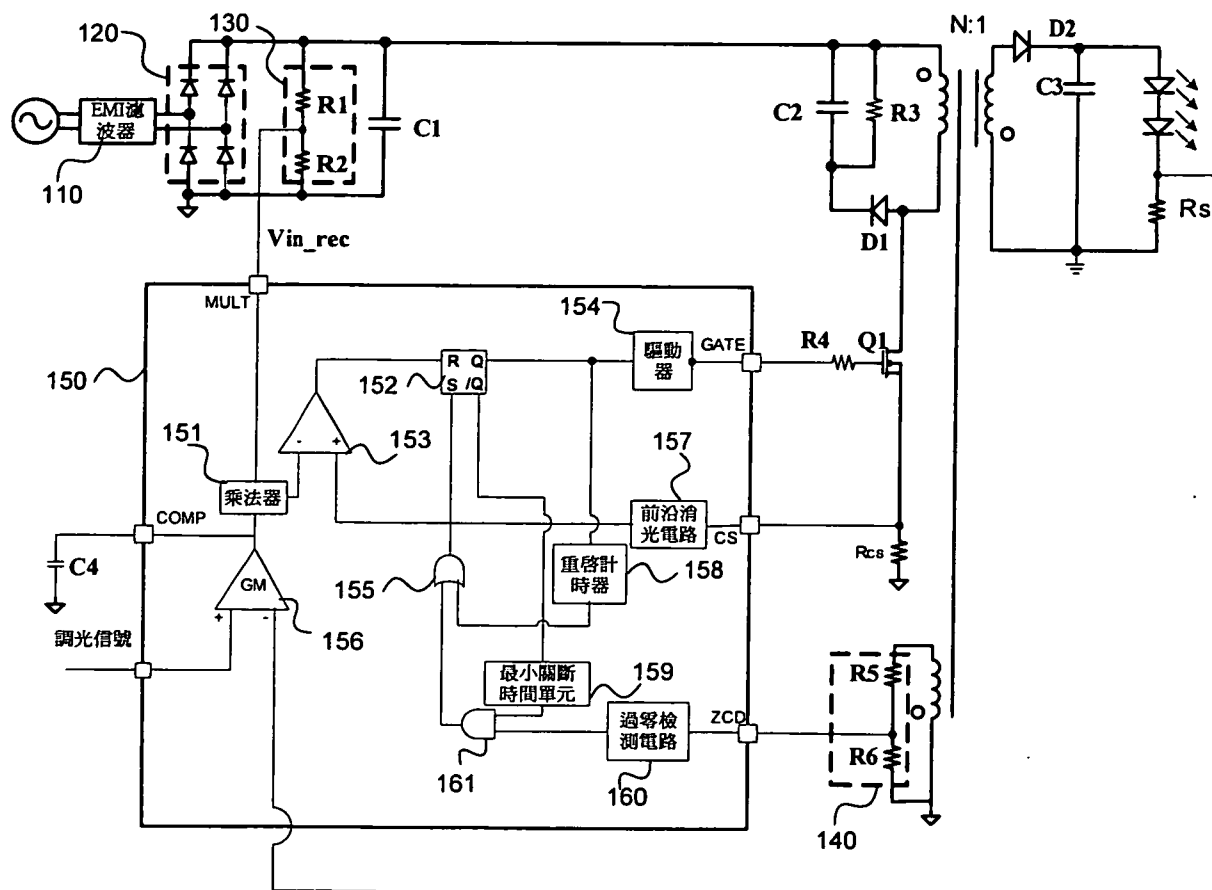


圖 1

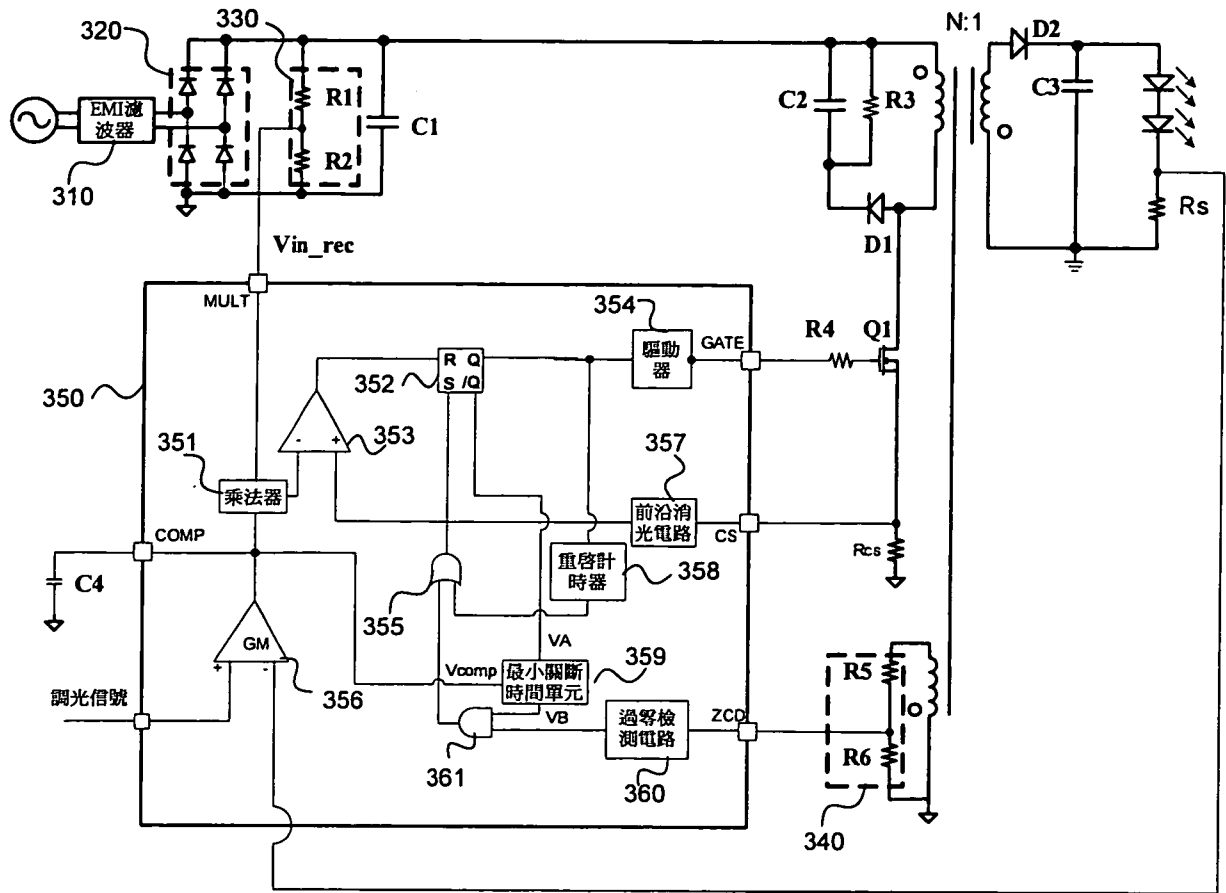


圖3

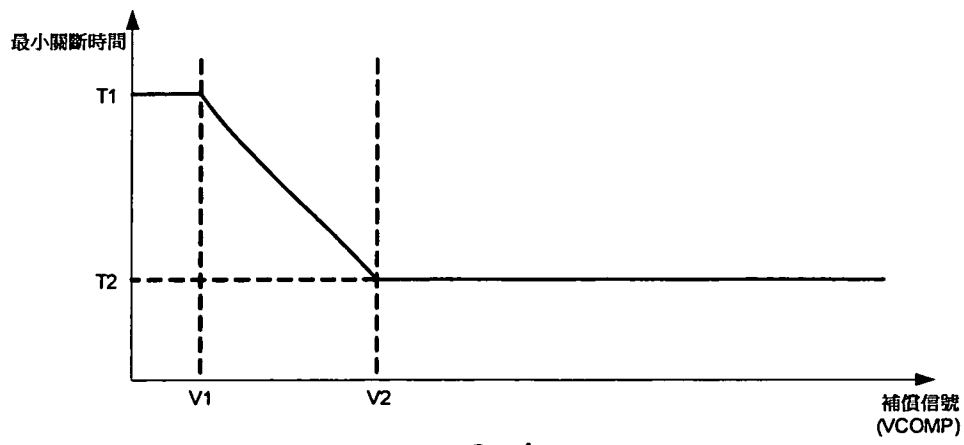


圖4

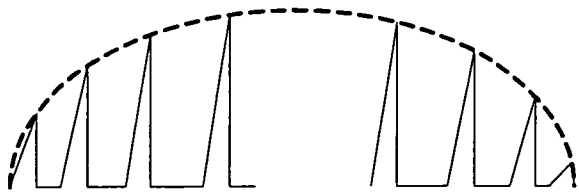


圖5A



圖5B

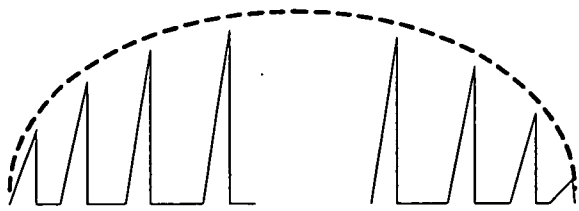


圖6A

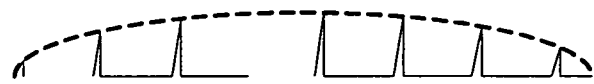


圖6B

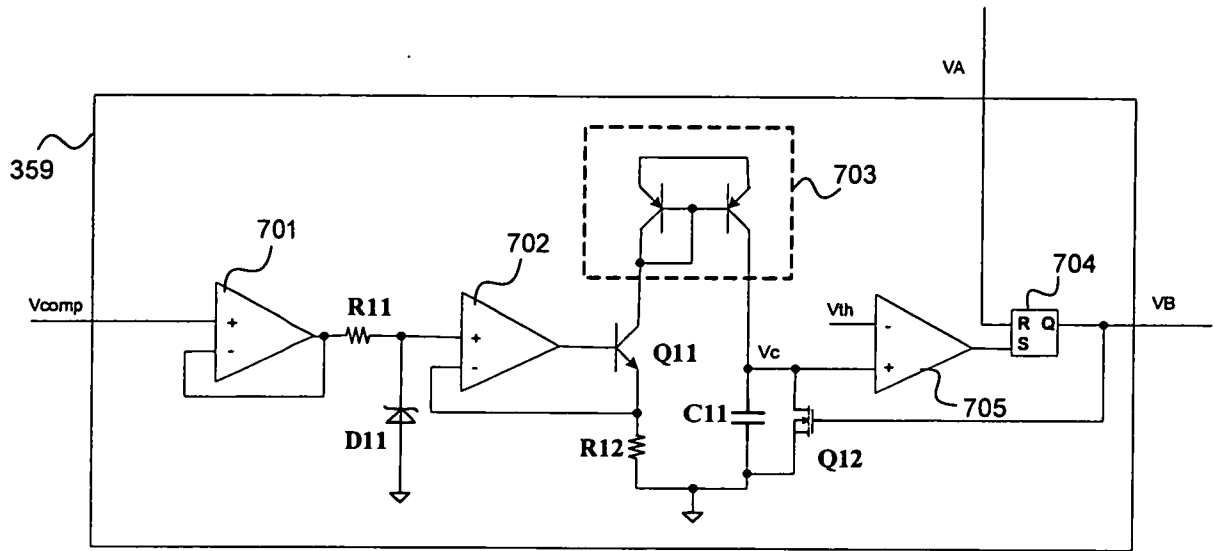


圖7

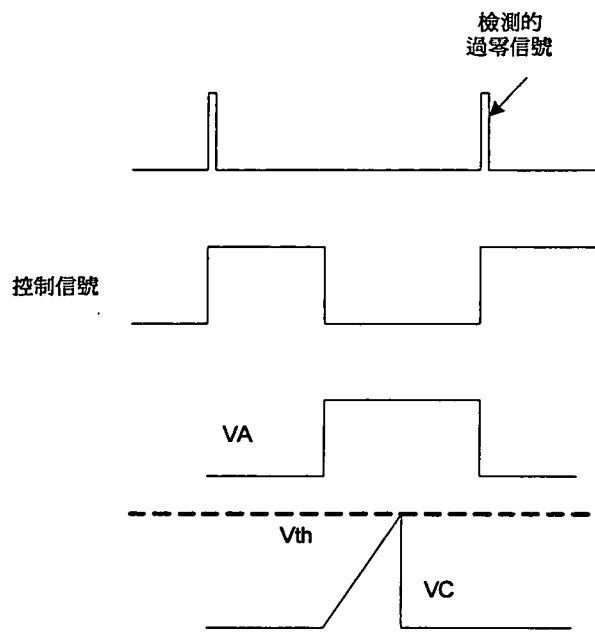


圖 8A

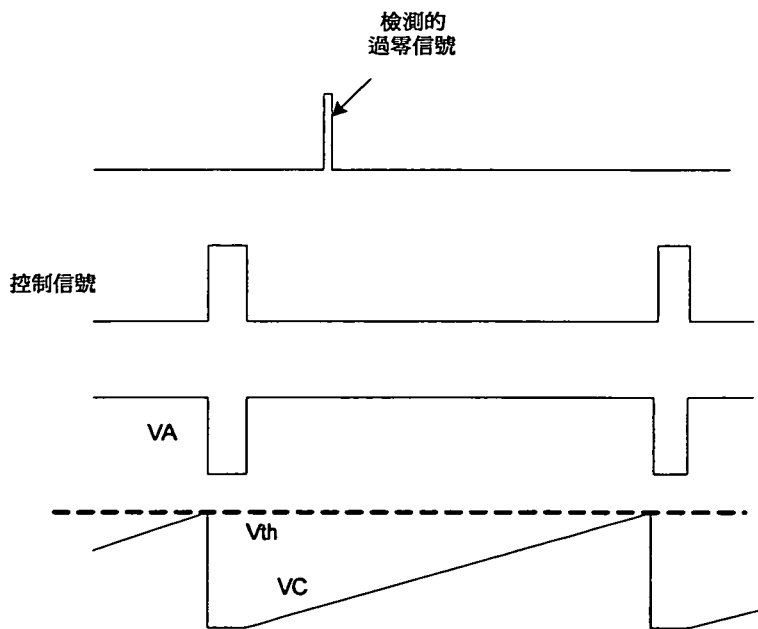


圖 8B

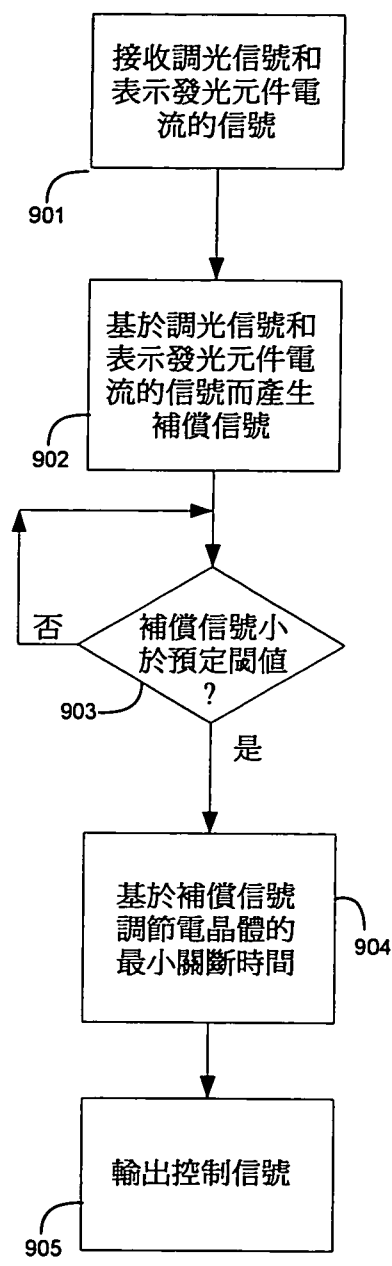


圖 9